T.G. LABS G. QUIRK.

BESCHREIBUNG
HANDBOOK

UHF-MESSEMPFÄNGER
UHF COMPARATOR RECEIVER

Type USVD **BN 1523**

ROHDE & SCHWARZ

T.G. LABS G. QUIRK.

BESCHREIBUNG
HANDBOOK

UHF-MESSEMPFÄNGER
UHF COMPARATOR RECEIVER

Type USVD BN 1523

NOTE: When technical correspondence is make to us, especially when ordering spare parts, we would request that, in addition to the Type No. and Order No. (BN), the Serial No. (FNr.) of the equipment should also be given.

Anmerkung: Wir bitten, bei technischen Anfragen, insbesondere bei einer Anforderung von Ersatzteilen, außer der Type und Bestellnummer (BN) immer auch die Fabrikationsnummer (FNr.) des Gerätes anzugeben.

Ausgabe 1523 A/258

Inhalts-Übersicht

CONTENTS

1	**Eigenschaften**	5
	Characteristics	
2	**Anwendung**	7
	Applications	
3	**Wirkungsweise und Aufbau**	8
	Theory of Operation and Construction	
3.1	Übersicht	8
	Summary	
3.2	Mischstufe, Oszillator, ZF-Verstärker	9
	Mixer Oscillator I.F. Amplifier	
3.3	Niederfrequenzteil	10
	L.F. Section	
3.4	Stromversorgungsteil	11
	Power Supply Section	
4	**Inbetriebnahme**	14
	Installation	
4.1	Einstellen des mechanischen Nullpunktes an den Anzeigeinstrumenten	14
	Setting of Mechanical zero on the Meters	
4.2	Einstellen auf die gegebene Netzspannung und Einschalten	14
	Setting Mains Voltage Taps and Switching ON.	
4.3	Anschluß des Meßobjektes	14
	Connecting to the Equipment under Test.	
5	**Bedienung**	15
	Operating	
5.1	Abstimmung	15
	Tuning	
5.2	Voreinstellungen und Hinweise zur Messung	16
	Setting-up and Hints on measurement	
5.3	Dämpfungsmessungen	17
	Attenuation Measurements	
5.4	Verstärkungsmessungen	19
	Amplification Measurements	
5.5	Der UHF-Meßempfänger als Spannungsanzeiger einer Meßleitung	19
	The Equipment as a Voltage Indicator for Measurement Lines.	
5.6	Verwendung der Ausgänge	20
	Applications of the Outputs	
6	**Röhrenwechsel**	21
	Valve Replacement	
7	**Schaltteilliste**	23
	Parts List	
Garantieverpflichtung		33
	Guarantee	
Stromlauf zum UHF-Meßempfänger		
	Circuit	

1 Eigenschaften

DATA

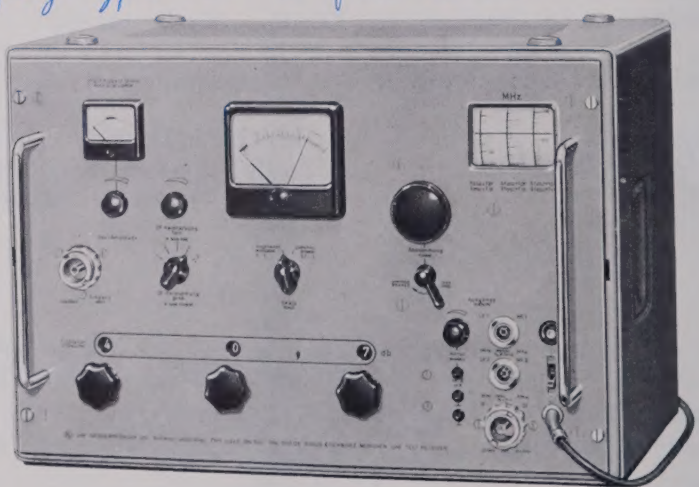
Prinzip . . . . . Principle of Operation	Überlagerungsempfänger mit Breitbandeingang — Heterodyne Receiver with Broad-Band Input
Grundfrequenzbereich . . . . . Frequency Range (Fundamental)	280 . . . 940 MHz
Frequenzbereich bei Oberwellenmischung (Mischung mit den Harmonischen der Oszillatorfrequenz)	Frequency Range with Harmonic Mixing (Mixing with the Harmonics of the Oscillator Frequency) bis 4600 MHz — upto
Frequenzbereich des Oszillators . . . Frequency Range of local Oscillator	305 . . . 915 MHz
Zwischenfrequenz . . . . . I. F.	25 MHz
Eichung der Frequenzskala	Calibration of Frequency Scale
Grundfrequenzbereich ($f_{Osz} - f_{ZF}$) . .	280 . . . 890 MHz
Fundamental Freq. Range ($f_{Osz} + f_{ZF}$) . .	330 . . . 940 MHz
Bereich m. d. 3. Har. ($3 f_{Osz} + f_{ZF}$) . .	940 . . . 2750 MHz — Range with 3rd Harmonic
Bereich m. d. 5. Har. ($5 f_{Osz} + f_{ZF}$) . .	1600 . . . 4600 MHz — " " 5th "
Grenzempfindlichkeit im Grundfrequenzbereich . . . . . Max. Sensitivity in Fundamental Frequency Range	Approx. 50 - 70 kT_o from a Voltage Generator having an internal Impedance of 50 to 70 Ω etwa 50 . . . 70 kT_o an einer Spannungsquelle mit R_i = 50 . . . 75 Ω, entsprechend etwa 5 . . . 6 µV Eingangsspannung — equivalent to approx. 5 - 6 µV Input Voltage
Empfindlichkeitsabnahme bei Oberwellenmischung — Sensitivity using Harmonic Mixing	
mit der 3. Harmonischen — 3rd Harmonic	etwa 10 . . . 20 db
mit der 5. Harmonischen — 5TH "	etwa 15 . . . 25 db — approx.
Meßbereich — Measurement Range	
im Grundfrequenzbereich — Fundamental	30 µV . . . 30 mV (60 db)
bei Oberwellenmischung — Harmonics	300 µV . . . 30 mV (40 db)
Spannungsanzeige — Voltage Indication	durch Zeigerinstrument — by Meter
Spannungseichung, relativ . . . . . Relative Voltage Calibration	a) Eichteiler in Dezibel — Attenuator in Decibels b) Zeigerinstrument spannungsproportional — Meter Reading proportional to Voltage
Stufung des Eichteilers . . . . . Attenuator Stages	6 x 10 db 10 x 1 db 10 x 0,1 db
Fehlergrenzen der Messung von Spannungsverhältnissen mit Eichteiler — Limits of Accuracy of Measurement of Voltage Ratios with the Attenuator	
im Grundfrequenzbereich — Fundamental Range	± 1% des db-Wertes ± 0,1 db
bei Oberwellenmischung — Harmonic Ranges	etwa ± 5% des db-Wertes ± 0,1 db — approx. ± 5% of Value ± 0,1 db of Value
Eingang . Input	Kurzhubstecker Dezifix B *)
Zwischenfrequenz-Bandbreite . . . . I. F. Bandwidth	2 MHz

Ausgang für die Zwischenfrequenz . . .	Kurzhubstecker Dezifix B *) EMK etwa 0,6 V_{eff}, R_i = 60 Ω
Demodulation	für AM
Ausgänge für das demodulierte Signal	
I. Breitbandig, hochohmig	13-mm-Buchse, 100 Hz bis 200 kHz, etwa 60 V_{ss} für $R_a \geq$ 50 kΩ
II. Breitbandig, niederohmig . . .	13-mm-Buchse, 20 Hz bis 1 MHz, EMK etwa 0,5 V_{ss}, R_i = 75 Ω
III. Für Hörer	Telefonbuchsen, 500 bis 2000 Hz, 0 . . . 2 V_{eff} regelbar, für $R_a \approx$ 4 kΩ

Die Spannungswerte an den Ausgängen entsprechen Vollausschlag am Zeigerinstrument; die für das demodulierte Signal beziehen sich auf einen Modulationsgrad von 50%.

Netzanschluß	115/125/220/235 V ± 10% 47 . . . 63 Hz (165 VA)
Bestückung	1 Röhre DL 41 1 Röhre EC 55 3 Röhren EF 40 6 Röhren EF 80 5 Röhren PL 81 2 Stabilisatoren 85 A 1 1 Zwergglimmlampe 220 V 1 Schmelzeinsatz 1 C DIN 41571 1 Kristalldiodenpärchen GK 1012 C
Abmessungen	540 x 370 x 378 mm (R&S-Normkasten Größe 510)
Gewicht	etwa 38 kg

*) Das Gerät kann auch mit anderen, bei der Bestellung angegebenen Steckern ausgerüstet sein



Frontansicht des UHF-Meßempfängers Type USVD

2 Anwendung

Der UHF-Meßempfänger Type USVD dient hauptsächlich zur präzisen Messung relativer Spannungsverhältnisse bis 60 db im Frequenzbereich von 280 bis 940 MHz. Durch Mischen der Eingangsfrequenz mit einer Harmonischen des eingebauten Oszillators kann der Frequenzbereich bis 4600 MHz ausgedehnt werden. Hierbei sind Spannungsverhältnisse bis 40 db meßbar.

Dieser Meßempfänger kann z. B. als außerordentlich empfindlicher Indikator für Meßleitungen dienen. Dabei können große Spannungsverhältnisse bis 1:1000 ebenso bequem und genau gemessen werden wie kleine Spannungsverhältnisse in der Größe von zum Beispiel nur 1:1,01. Von besonderer Bedeutung ist hierbei auch die hohe Selektivität (2 MHz ZF-Bandbreite) dieses Empfängers, wenn der die Meßleitung speisende Sender außer seiner Grundwelle auch einen größeren Anteil Harmonischer abgibt. Eine Fälschung der Messung durch Oberwellen, wie es zum Beispiel mit einem aperiodisch arbeitenden Indikator der Fall sein könnte, wird hier mit Sicherheit vermieden.

Dank der hohen Spannungsempfindlichkeit dieses Empfängers kann man die Impedanz auch solcher Schaltelemente messen, an die wegen ihres spannungsabhängigen Widerstandes nur eine relativ kleine Meßspannung angelegt werden darf (z. B. bei der Messung an Schaltungen mit Kristalldioden).

Mit diesem Meßempfänger kann man zum Beispiel auch die Dämpfung sowie den Frequenzgang von Dezimeterwellen-Spannungsteilern oder Filtern genau und auf einfache Weise messen. Man kann also auch Messungen ausführen, die in diesem Frequenzgebiet selbst mit den besten heute erhältlichen Eichleitungen nicht möglich sind.

An dem ZF-Ausgang (25 MHz) des USVD kann zum Beispiel ein FM-Demodulator oder ein Frequenzhubmesser angeschlossen werden. So läßt sich mit dem Meßempfänger USVD in Verbindung mit unserem Frequenzhubmesser Type FMV (20 . . . 300 MHz) außer dem Modulationsgrad auch die Stör-FM eines amplitudenmodulierten Dezimeterwellensenders einwandfrei messen.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten sind gegeben durch die beiden Breitbandausgänge (nieder- und hochohmig) zum Beispiel zum Anschluß eines Oszillografen und durch den schmalbandigen Kopfhörerausgang. Wenn dieser Meßempfänger als Nullspannungsanzeiger einer Brückenschaltung verwendet wird, die mit einer modulierten Spannung gespeist ist, so lassen sich Hochfrequenzspannungen von 1 µV noch einwandfrei feststellen, d. h., man kann hiermit die Genauigkeit einer Brücke optimal ausnützen.

3 Wirkungsweise und Aufbau

3.1 Übersicht

Die Schaltung des UHF-Meßempfängers Type USVD besteht (siehe Stromlauf) im wesentlichen aus folgenden Stufen:

a) Eingangs-Hochpaß L 7 – C 1 – L 2 zur Unterdrückung aller unter 280 MHz liegenden Eingangsfrequenzen.

b) Eingangsseitig breitbandig arbeitende Mischstufe mit den Kristalldioden Gl 1 – Gl 2 und dem auf 25 MHz abgestimmten ZF-Übertrager L 7 – L 8.

c) Überlagerer-Oszillator Rö 1 und Tiefpaß L 14 – L 13 – L 12 zur Unterdrückung der Harmonischen des Oszillators.

d) Dreistufiger Eichteiler mit den Zwischenstufen 10 x 0,1 db, 10 x 1 db und 6 x 10 db.

e) Vierstufiger Zwischenfrequenzverstärker Rö 2 – Rö 3 – Rö 4 – Rö 5 mit anschließendem Gleichrichter Gl 3 und Drehspulstrommesser I 2 zur Anzeige der Hochfrequenz-Eingangsspannung.

f) Zwischenfrequenz-Trennstufe Rö 6. Nach dieser gelangt die ZF-Spannung über L 37, Teiler R 114 – R 115 – R 116 und Kabel K 7 an den ZF-Ausgang, 25 MHz, EMK $\leqq$ 0,6 V, $R_i = 60\ \Omega$.

g) Zweiweggleichrichter Gl 4 – Gl 5 zur Demodulation der modulierten ZF-Spannung, und NF-Breitbandverstärker Rö 7. Im Anodenkreis dieser Röhre liegt über K 8 der breitbandige und hochohmige NF-Ausgang, 100 Hz ... 200 kHz, $U_a = 60$ V bei $R_a \geqq 50\ k\Omega$, sowie der schmalbandige, über Transformator Tr 1 und Lautstärkeregler R 176 gehende Hörerausgang, 500 ... 2000 Hz, 0 ... 2 V bei $R_a \geqq 4\ k\Omega$. An der Katode der Röhre Rö 7 liegt über Teiler R 123 – R 124 und Kabel K 9 der breitbandige und niederohmige NF-Ausgang, 20 Hz ... 1 MHz, $U_a \leqq 0{,}5$ V, $R_i = 75\ \Omega$.

h) Elektronisch stabilisierter Stromversorgungsteil mit Netztransformator Tr 3, Heiztransformator Tr 2 und den zehn Röhren Rö 8 bis Rö 11 und Rö 13 bis Rö 18. Hiervon dienen Rö 15 – Rö 13 – Rö 14 zur Stabilisierung der Anodenspannung des Oszillators, Rö 8 – Rö 9 – Rö 10 – Rö 11 zur Stabilisierung der Anodenspannung des ZF-Verstärkers, und Rö 16 – Rö 17 – Rö 18 gehören zur Stabilisierung aller Heizspannungen. Die Röhre Rö 12 liegt mit der Oszillatorröhre Rö 1 gleichstrommäßig in Reihe und wirkt hierbei als Stromregelröhre. Ihr Innenwiderstand kann mit dem Regler R 189 so eingestellt werden, daß der Oszillator an die Mischstufe die richtige Überlagerungs-

spannung liefert. Dies ist am Ausschlag des Drehspulstrommessers I 1, der die Richtspannung der Mischdioden Gl 1 – Gl 2 anzeigt, ersichtlich. Diese Einstellung ist für die genaue Messung eines Spannungsverhältnisses besonders wichtig; denn bei zu kleiner Überlagerungsspannung würde die Linearitätsgrenze (30 mV) der Mischstufe nach einem tiefer liegenden Punkt verschoben, bei zu großer Überlagerungsspannung dagegen würde das Rauschen der Mischstufe stärker sein und damit die untere Meßbereichsgrenze (30 μV) höher liegen. In beiden Fällen wäre also eine Einengung des Meßumfangs (60 db) die Folge.

3.2 Mischstufe, Oszillator, ZF-Verstärker

Der Oszillator bestreicht den Frequenzbereich von 305 ... 915 MHz ohne Bereichumschaltung durch kontaktlose Wellenwiderstandsvariation. Die Mischung der Eingangsfrequenz f_e kann sowohl mit der Grundwelle (305 ... 915 MHz) als auch mit der 3. oder 5. Harmonischen (915 ... 2745 MHz oder 1525 ... 4575 MHz) der Oszillatorfrequenz erfolgen (die Harmonischen entstehen in der Mischstufe). Da keine Vorselektion vorhanden ist, erscheint jedes Eingangssignal zweimal. Die Trommelskala ist für folgende Eingangsfrequenzen geeicht:

$$
\begin{aligned}
f_e &= f_{0sz} - f_{ZF} = 280 \ldots 890 \text{ MHz} \\
f_e &= f_{0sz} + f_{ZF} = 330 \ldots 940 \text{ MHz} \\
f_e &= 3\, f_{0sz} + f_{ZF} = 940 \ldots 2750 \text{ MHz} \\
f_e &= 5\, f_{0sz} + f_{ZF} = 1600 \ldots 4600 \text{ MHz.}
\end{aligned}
$$

Ein Schwungradantrieb mit hoher Übersetzung ermöglicht sowohl eine sehr feine Abstimmung als auch ein rasches Überstreichen des ganzen Frequenzbereiches. Da der Mischstufe die Oszillatorspannung im Gegentakt zugeführt wird, während das Empfangssignal im Gleichtakt eintrifft, ist die am Empfängereingang auftretende Oszillatorstörspannung sehr gering. Bei Eingangsspannungen bis 30 mV arbeitet die Mischstufe linear, d. h., eine bestimmte Änderung der Eingangsspannung bewirkt eine genau verhältnisgleiche Änderung der erzeugten Zwischenfrequenzspannung. So kann man an dem zwischen Mischstufe und ZF-Verstärker liegenden Eichteiler (0 ... 60 db) das zu messende Spannungsverhältnis unmittelbar ablesen, wenn man den Eichteiler bei der kleinen Eingangsspannung (bei U_{min}) auf Null stellt und ihn nach dem Erhöhen der Eingangsspannung (bei U_{max}) auf einen Dämpfungswert einregelt, bei dem das die ZF-Spannung anzeigende Instrument I 2 wieder den gleichen Ausschlag zeigt wie bei der kleinen Eingangsspannung. Die Eichung des Instrumentes ist relativ. Mit dem Schalter S 5 kann ein normaler (von 0 ... 1 geeichter) oder ein gedehnter (von 0,7 ... 1 geeichter) Bereich gewählt werden. Der gedehnte Bereich ist besonders beim Messen sehr kleiner Spannungsverhältnisse (0 ... 3 db) vorteilhaft, da man hiermit den Unterschied zwischen

U_{max} und U_{min} unmittelbar am Instrument genau ablesen kann. Zur Herstellung des gedehnten Anzeigebereiches ist aus dem für den ZF-Verstärker bestimmten Netzteil Rö 8 – Rö 9 – Rö 10 – Rö 11 ein Teil der hier stabilisierten Spannung am Teiler R 136 – R 137 – R 138 abgegriffen, mit dieser der Gleichrichter Gl 3 vorgespannt und der Vorwiderstand R 186 überbrückt. Hiermit arbeitet das Instrument (Gl 3 – I 2) mit unterdrücktem Nullpunkt. Durch entsprechende Einstellung des Widerstandes R 136 (im Herstellerwerk) stimmen die beiden Anzeigebereiche genau überein; d. h., bei einer bestimmten Eingangsspannung (die z. B. eine Anzeige von 0,7 bewirkt) ändert sich beim Umschalten zwar der Ausschlag, aber nicht der angezeigte Wert.

Die ZF-Verstärkung ist mit dem Schalter S 4 in fünf Stufen grob und mit dem Regler R 177 fein einstellbar. Hiermit kann einerseits der Verstärkungsgrad so eingestellt werden, daß das Rauschen einen für genaue Messungen noch zulässigen Betrag (blaue Marke von I 2) nicht überschreitet. Andererseits bietet diese Regeleinrichtung die Möglichkeit, den Verstärkungsgrad des Empfängers innerhalb eines größeren Bereiches stetig und fein zu verändern, wenn die Ausgangsspannung des Generators nicht fein regelbar ist. Selbstverständlich darf während der eigentlichen Messung eines Spannungsverhältnisses nur an den Eichteilern geregelt werden und nicht auch die ZF-Verstärkung. Um 2 MHz ZF-Bandbreite zu erreichen, sind zwei der fünf ZF-Kreise gegen die Bandmitte entsprechend versetzt; d. h., die Resonanzfrequenzen von L 27, L 29 und L 35 liegen auf Bandmitte (25 MHz), L 31 liegt über und L 33 unter der Bandmitte. Durch die verhältnismäßig große Bandbreite und durch den spielfreien Feintrieb des Oszillator-Drehkondensators ist auch bei den höchsten Empfangsfrequenzen eine mühelose Abstimmung gewährleistet.

Für eine anderweitige Verwertung der verstärkten ZF-Spannung wird sie über Trennröhre Rö 6, ZF-Übertrager L 37, Teiler R 115 – R 116 und Kabel K 7 an eine konzentrische Ausgangsbuchse (Kurzhubstecker Dezifix B) geführt. Der Innenwiderstand dieses Ausgangs beträgt 60 Ω, die EMK etwa 0,6 V. Hier kann zum Beispiel ein Frequenzhubmesser angeschlossen und damit z. B. die Stör-FM eines Dezimeterwellen-Senders gemessen werden. Durch die Trennröhre Rö 6 bleibt die am Anzeigegleichrichter Gl 3 bestehende ZF-Spannung völlig unbeeinflußt von der Größe und Art der äußeren Belastung.

3.3 Niederfrequenzteil

Zur oszillografischen Untersuchung oder zum Abhören der Modulation wird die ZF-Spannung durch den Gegentaktgleichrichter Gl 4 – Gl 5 demoduliert. Die NF-Spannung gelangt über den Tiefpaß L 38 – L 39 (zur Sperrung der ZF) an die Röhre Rö 7 und

zweigt nach dieser in drei verschiedene Kanäle ab. Zwei Kanäle sind von der Anodenseite der Röhre abgenommen, ein Kanal von der Katode. Die höchste Spannung, die z. B. zur unmittelbaren Aussteuerung einer Katodenstrahlröhre ausreicht, liefert der an der Anode über C 68 und K 8 angeschlossene Ausgang. Bei 50 % Modulationsgrad und Vollausschlag des ZF-Instrumentes I 2 tritt an diesem Ausgang eine Spannung von 60 V_{ss} auf, wenn der äußere Belastungswiderstand (z. B. der Eingangswiderstand des Oszillografen) mindestens 50 kΩ beträgt. Es werden Frequenzen von 100 Hz bis 200 kHz übertragen. Rund die Hälfte der hier auftretenden NF-Spannung wird am Teiler R 125 – R 127 abgegriffen und über den auf etwa 1000 Hz abgestimmten Übertrager Tr 1 an den mittels R 176 regelbaren Hörerausgang gegeben. Die Bandbreite dieses Ausgangs ist bewußt sehr klein gehalten (500 . . . 2000 Hz), damit der Modulationston (z. B. bei Brückenmessungen) aus dem unvermeidlichen Rauschen möglichst gut herausgehoben wird. So läßt sich eine z. B. mit 1000 Hz und 100 % modulierte Hochfrequenzspannung von nur 1 μV noch einwandfrei nachweisen. Die größte Bandbreite von 20 Hz bis 1 MHz hat der über Kabel K 9 und Entkopplungsglied R 123 – R 124 an der Katode von Rö 7 angeschlossene Ausgang. Dieser hat einen Innenwiderstand von 75 Ω und liefert bei 50 % Modulation und Vollausschlag des Anzeigeinstrumentes I 2 eine EMK von 0,5 V_{ss}.

3.4 Stromversorgungsteil

Verständlicherweise erfordert ein solcher Meßempfänger, der relative Spannungsverhältnisse mit einer Genauigkeit von ± 1% zu messen gestattet, besonders stabile Betriebsspannungen. Es wird hier nicht nur eine außergewöhnlich gute Konstanz der Verstärkung, sondern auch eine sehr gute Konstanz der Oszillatorfrequenz gefordert. Es muß unbedingt gewährleistet sein, daß sich die Gesamtverstärkung während einer Messung nicht mehr als etwa 0,1% ändert. Nur so ist es möglich, auch kleine Welligkeiten (zum Beispiel $U_{max}/U_{min} \leqq 1{,}1$) mit hoher Genauigkeit zu messen. Zudem wird an den Oszillator die Forderung gestellt, daß seine Frequenz, wenigstens während der Aufnahme zweier Meßpunkte (U_{max} und U_{min}), praktisch unverändert bleibt. Dies ist besonders bei den höheren Empfangsfrequenzen sehr wichtig; denn hier würde zum Beispiel bei 4000 MHz eine Oszillatorfrequenz-Änderung von nur 0,02 % (= 800 kHz) eine Nachstimmung des Empfängers notwendig machen. Dabei bereitet aber gerade der Bau eines Dezimeterwellen-Oszillators, wenn eine hohe Frequenzkonstanz erreicht werden soll, besonders große Schwierigkeiten, da hierfür nicht nur die Stabilität der ganzen Mechanik, sondern auch die der Heiz- und Anodenspannung sehr gut sein muß.

Die Konstanthaltung der Betriebsspannungen bedingt also für einen solchen Meßempfänger einen bedeutend größeren Aufwand an Stabilisierungsmitteln, als für einen an-

deren an sich hochwertigen Empfänger (z. B. für maritime Dienste), bei dem eine durch Netzspannungsschwankung verursachte Verstärkungsänderung von mehreren Prozenten nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Primärseitig ist der Stromversorgungsteil für die vier Netzwechselspannungen 115 V, 125 V, 220 V und 235 V eingerichtet und mit dem Schmelzeinsatz Si 1 abgesichert. Die kleine Glimmlampe Rl 1, die an der 220-V-Wicklung liegt und in der Frontplatte über dem Netzschalter S 6 eingebaut ist, dient nur zur Überwachung des Einschaltzustandes. Sekundärseitig ist für den Oszillator (Rö 1) und für den ZF- mit NF-Verstärker (Rö 2 bis Rö 7) je ein eigener Netzteil vorgesehen.

Die Anodenspannung des Oszillators wird durch die beiden Gleichrichter Gl 8 – Gl 9 erzeugt, durch das LC-Glied L 57 – C 89 gefiltert und durch die drei Röhren Rö 15 – Rö 13 – Rö 14 stabilisiert. Hiervon ist Rö 15 die vom Anodenstrom durchflossene Stromregelröhre, Rö 13 ist die Steuerröhre von Rö 15, und der Stabilisator Rö 14 dient zur Aufrechterhaltung einer bestimmten Grundgittervorspannung der Steuerröhre. Im Gegensatz zum Netzteil des ZF- und NF-Verstärkers liegt hier der positive Pol der Anodenspannungsquelle (das ist die Katode von Rö 15) an Masse. Dies ist wegen des Aufbaus des Oszillators, bei dem die Anode der Röhre gleichstrommäßig an Masse liegt, erforderlich. Der negative Pol der Anodenspannung geht über R 152 an die Katode der Stromregelröhre Rö 12 und durch deren Innenwiderstand zur Katode (Heizfaden) der Oszillatorröhre Rö 1. Zur Einstellung der an Rö 1 wirksamen Anodenspannung dient das Potentiometer R 189, womit die Schirmgitterspannung von Rö 12 und damit deren Innenwiderstand verändert werden kann. Das Potentiometer R 189, dessen Einstellung wiederum die im Oszillator erzeugte und der Mischstufe zugeführte Überlagererspannung bestimmt, wird vor einer Messung so eingeregelt, daß der vom Drehspulstrommesser I 1 angezeigte Mischdioden-Strom einen bestimmten, durch eine Skalenmarke gekennzeichneten Wert hat.

Die Anodenspannung des ZF- und NF-Verstärkers wird durch die beiden Gleichrichter Gl 6 – Gl 7 erzeugt, durch das LC-Glied L 56 – C 88 gefiltert und durch die vier Röhren Rö 8 – Rö 9 – Rö 10 – Rö 11 stabilisiert. Die Schaltung dieses Netzteils entspricht weitgehend dem des Oszillators. Wegen des höheren Bedarfs an Anodenstrom sind hier jedoch zwei Stromregelröhren (Rö 8 – Rö 9) parallelgeschaltet; und der Minuspol der Anodenspannung liegt, wie üblich, an Masse. Die Stabilisierung arbeitet folgendermaßen: Sinkt z. B. die Netzspannung, so sinkt auch die zwischen der Katode von Rö 8 – Rö 9 und Masse liegende Verbraucherspannung. Dadurch wird die am Teiler R 142 – R 143 – R 144 abgegriffene und der Steuerröhre Rö 10 zugeführte Gitterspannung negativer. Hierdurch wird der Anodenstrom in Rö 10 herabgesetzt und demzufolge

der Spannungsabfall am Anodenwiderstand R 141 kleiner, d. h. die Spannung an der Anode von Rö 10 wird positiver. Damit wird auch die an den Stromregelröhren wirksame Gitterspannung weniger negativ und somit deren Innenwiderstand so weit herabgesetzt, daß die Verbraucherspannung wieder auf den ursprünglichen Wert ansteigt.

Die Schaltung zur Stabilisierung der Heizspannung der Röhre Rö 1 des Oszillators und der Röhren Rö 2 bis Rö 7 des ZF- und NF-Verstärkers besteht aus den Gleichrichtern Gl 10 – Gl 11, dem Heiztransformator Tr 2 und den Röhren Rö 16 – Rö 17 – Rö 18. Hierbei liegt der Innenwiderstand von Rö 16 zwischen dem Mittelanschluß 8 des Netztransformators Tr 3 und dem Mittelanschluß 2 des Heiztransformators Tr 2. Die zu stabilisierenden Heizspannungen und die Heizspannung der Röhre Rö 18 liegen an der Sekundärseite von Tr 2 an 9 – 10, 7 – 8 und 11 – 12. Die Stabilisierung arbeitet im wesentlichen wie folgt.

Zunächst sei der Fall betrachtet, daß am Mittelanschluß 2 von Tr 2 keine Leitung angeschlossen ist. Hiermit kann wegen der Sperrwirkung des einen oder anderen Gleichrichters (Gl 10 oder Gl 11) durch die Primärwicklung 1 – 2 – 3 von Tr 2 kein Strom fließen. Fügt man dagegen zwischen den Anschlüssen 8 von Tr 3 und 2 von Tr 2 einen Widerstand (R_i von Rö 16) ein, dann wird wechselweise die Wicklung 1 – 2 oder 3 – 2 von dem über Gl 10 oder Gl 11 durchgelassenen Strom durchflossen, d. h., eine Halbwelle fließt durch Gl 10 – 1 – 2, die andere durch Gl 11 – 3 – 2. Diese beiden Halbwellen setzen sich auf der Sekundärseite zusammen und ergeben so die sinusförmige Heizspannung. Diese ist nur von der Größe des Innenwiderstandes der Röhre Rö 16 abhängig. Je kleiner dieser ist, desto höher ist der durch die Primärwicklung 1 – 2 – 3 fließende Strom, d. h. desto höher ist die Heizspannung. Zur Steuerung dieses Innenwiderstandes wirkt die Röhre Rö 17 und eine Brückenschaltung, deren Glieder aus dem Innenwiderstand der Röhre Rö 18 und den drei Widerständen R 169 + R 167, R 168 und R 170 gebildet sind. Die Brücke erhält als Speisespannung die Anodenspannung (300 V) des Oszillator-Netzteils.

Steigt nun zum Beispiel die Netzspannung, so wird zunächst auch die Heizspannung von Rö 18 höher und damit deren Innenwiderstand kleiner. Hierdurch gerät die Brücke aus dem Gleichgewicht und bewirkt, daß die Gitterspannung von Rö 17 weniger negativ wird. Dadurch wird ihr Anodenstrom größer, der Spannungsabfall an ihrem Anodenwiderstand R 165 ebenfalls größer und damit das Gitter der Röhre Rö 16 negativer. Gleichzeitig damit wird deren Innenwiderstand größer und somit der Strom in der Primärwicklung 1 – 2 – 3 in dem Maße kleiner, daß die Sekundärspannung von Tr 2 (Heizspannung) auf den ursprünglichen Wert sinkt. Durch die direkt geheizte Brückenröhre Rö 18, deren Innenwiderstand sich bei einer Heizspannungsänderung praktisch

trägheitslos ändert, dauert es bis zur Wiederherstellung der ursprünglichen Heizspannung nur wenige Zehntel Sekunden. Hiermit sind also auch kurzzeitig auftretende Netzspannungssprünge ohne Einfluß auf die Verstärkung und Oszillatorfrequenz, zumal die Oszillator- und Verstärkerröhren indirekt geheizt und daher wesentlich träger sind als Rö 18.

4 Inbetriebnahme

4.1 Einstellen des mechanischen Nullpunktes an den Anzeigeinstrumenten

Bei ausgeschaltetem Gerät müssen die Zeiger der beiden Instrumente auf dem mechanischen Nullpunkt stehen. Dieser befindet sich bei beiden Instrumenten am linken Skalenende und ist mit „0" gekennzeichnet. Zur Einstellung dient die im Instrumentgehäuse eingelassene Schlitzschraube.

4.2 Einstellen auf die gegebene Netzspannung und Einschalten

Ab Werk ist das Gerät für 220 V Netzwechselspannung eingestellt. Zur Umstellung für 115 V, 125 V oder 235 V muß man am linken und rechten Rand der Frontplatte die Zylinderkopfschrauben lösen, das Gerät aus seinem Gehäuse ziehen und auf dem Spannungswähler (an der Rückseite des Gerätes) das mit der gegebenen Netzspannung bezeichnete Kontaktfedernpaar mit einer passenden Sicherung überbrücken. Für 220 V ist eine 1-A-Sicherung eingesetzt. Diese ist auch bei 235 V geeignet. Für 115 V oder 125 V muß eine 2-A-Sicherung (2 D DIN 41571) eingesetzt werden.

Hierauf baut man das Gerät wieder ordnungsgemäß ein, schließt es an das Netz an und schaltet es mit dem Kippschalter (an der Frontplatte rechts unten) ein. Zur Überwachung des Einschaltzustandes dient die kleine Glimmlampe über dem Netzschalter. Den Knopf „Osz.-Amplitude" drehe man zunächst genügend weit nach links, damit der Zeiger des kleinen Instrumentes, nachdem der Oszillator schwingt, keinesfalls über Vollausschlag geht. Vor einer genauen Messung muß man das Gerät einige Zeit einlaufen lassen. Ein ausreichendes Wärmegleichgewicht ist nach etwa einer Stunde erreicht.

4.3 Anschluß des Meßobjekts

Als Verbindung zwischen USVD-Eingang und Meßobjekt (Dämpfungsglied, Filter, Verstärker, Meßleitung usw.) verwende man ein koaxiales Kabel ($Z_o = 50 \ldots 75\ \Omega$), das mit einem Kurzhubstecker Dezifix B ausgerüstet ist. Man beachte, daß die an den USVD-

Eingang gelegte Hochfrequenzspannung nicht über etwa 0,5 V ansteigt, da sonst die Kristalldioden der Mischstufe beschädigt werden könnten. Eine etwaige Überlastung ist am Ausschlag des kleinen Instrumentes ersichtlich; der Zeiger geht hierbei über den Vollausschlag hinaus. Eine Gleichspannung oder niederfrequente Wechselspannung wird durch den eingebauten Hochpaß von der Mischstufe ferngehalten. Eine solche Spannung hat also auf die Arbeitsweise des USVD keinen Einfluß. Man muß jedoch darauf achten, daß der in den Eingang fließende Strom nicht über etwa 100 mA ansteigt; bei einem höheren Strom könnte die erste Spule des Hochpasses zerstört werden.

Für die genaue Messung z. B. der Dämpfung eines Filters ist es erforderlich, daß die Wellenwiderstände des Meßempfänger-Eingangs und des Generator-Ausgangs gleich dem Soll-Wellenwiderstand (zum Beispiel $Z_o = 60\ \Omega$) des Meßobjektes sind. Von der Seite des Meßempfängers aus gesehen wird diese Forderung erfüllt, wenn man zwischen USVD-Eingang und Meßobjekt ein Dämpfungsglied mit entsprechendem Wellenwiderstand und mindestens 10 db Dämpfung einfügt. Geeignete Dämpfungsglieder können von ROHDE & SCHWARZ bezogen werden. Wenn der USVD in Verbindung mit unserer UHF-Meßleitung Type LMD (BN 3926) verwendet wird, ist ein solches Dämpfungsglied nicht erforderlich.

5 Bedienung

5.1 Abstimmung

Zur Einstellung auf die gegebene Meßfrequenz (280 ... 4600 MHz) dient der mit „Abstimmung" benannte Knopf. Durch den Schwungradantrieb mit einer Übersetzung von 1:200 ist sowohl ein rasches Bestreichen des ganzen Frequenzbereiches als auch eine sehr gute Feineinstellung möglich. Mit dem Knopf unter dem Abstimmknopf kann das Schwungrad gebremst werden. Zur Grobabstimmung bringt man diesen Knopf zunächst in die Stellung „lose" und stellt ihn erst zur Feinabstimmung auf „gebremst" um.

Da die Mischstufe eingangsseitig aperiodisch arbeitet, erhält man mit jeder Eingangsfrequenz bei zwei Punkten der Frequenzskala einen Instrumentausschlag. Der Abstand dieser Punkte beträgt stets das Doppelte der Zwischenfrequenz, das heißt 50 MHz. Die Frequenzskala hat drei in Empfangsfrequenzen (f_e) geeichte Teilungen: Die erste Teilung hat zwei Beschriftungen, die sich auf $f_e \quad f_{0sz} \quad f_{ZF}$ und $f_e = f_{0sz} - f_{ZF}$ beziehen. Die entsprechenden Bereiche sind 280 ... 890 MHz und 330 ... 940 MHz. Die zweite Teilung bezieht sich auf $f_e = 3f_{0sz} + f_{ZF}$ und die dritte auf $f_e = 5f_{0sz} + f_{ZF}$. Die entsprechenden Bereiche sind 940 ... 2700 MHz und 1600 bis 4600 MHz.

Bei Eingangsfrequenzen, die mit der 3. oder 5. Harmonischen der Oszillatorfrequenz die Zwischenfrequenz ergeben, können sich bei den beiden an sich möglichen Empfangspunkten, z. B. bei $f_e = 3f_{osz} - f_{ZF}$ und $f_e = 3f_{osz} + f_{ZF}$ wegen der unterschiedlichen Empfindlichkeit unterschiedliche Instrumentausschläge ergeben. In diesem Fall braucht man die Frequenzskala nicht unbedingt auf die gegebene Empfangsfrequenz einzustellen. Man wird vielmehr die Einstellung wählen, bei der der Meßempfänger die größere Empfindlichkeit aufweist.

Beim Durchdrehen der Frequenzskala muß man darauf achten, daß der Ausschlag des kleinen Instrumentes nicht über Vollausschlag geht, da sonst die Kristalldioden der Mischstufe überlastet werden könnten. Zunächst also den Regler „Osz.-Amplitude" genügend weit zurückdrehen. Erst nach der Grobabstimmung auf die gegebene Empfangsfrequenz wird dieser Regler so eingestellt, daß der Zeiger des kleinen Instrumentes innerhalb der (etwa 1 cm breiten) Skalenmarke zu stehen kommt.

5.2 Voreinstellungen und Hinweise zur Messung

a) Schalterknopf „Skala/ungedehnt/gedehnt" auf „ungedehnt" stellen. Dieser Knopf bleibt grundsätzlich so eingestellt. Hierbei gilt die von 0,3 . . . 1 geeichte Skala des großen Instrumentes. Auf die Stellung „gedehnt" wird nur dann übergegangen, wenn es sich um ein kleines Spannungsverhältnis ($U_{min}/U_{max} > 0{,}7$ bzw. < 3 db) handelt, das unmittelbar an der von 0,7 . . . 1 geeichten Skala abgelesen werden kann und wenn dabei keine größere Meßgenauigkeit gefordert wird als ± 10 % des zu messenden db-Wertes.

b) Frequenzskala auf die gegebene Meßfrequenz einstellen.

c) Knopf „Osz.-Amplitude" so einregeln, daß der Zeiger des kleinen Instrumentes innerhalb der Skalenmarke steht.

d) Am Eichteiler „0 db" Dämpfung einstellen.

e) Schalter „ZF-Verstärkung grob" auf Stufe „5" schalten und Regler „ZF-Verstärkung fein" aufdrehen, bis der Zeiger des großen Instrumentes am rechten Rand der blauen Skalenmarke steht. Hierbei darf der USVD-Eingang keinesfalls offen sein, es darf ihm aber auch keine über dem Rauschpegel liegende Spannung zugeführt werden; d. h., man schließt den Generator zwar an, regelt aber dessen Ausgangsspannung auf mindestens 1 µV herab.

Durch diese Einstellungen ist erreicht, daß die Mischstufe unter optimalen Verhältnissen arbeitet und daß die Verstärkung so eingestellt ist, daß das Rauschen einen für genaue

Messungen noch zulässigen Betrag nicht überschreitet. Führt man dem USW/D-Eingang nun eine Hochfrequenzspannung zu, mit der sich der Instrumentausschlag = 0,7 ergibt, so stellt diese Eingangsspannung die untere Meßbereichgrenze dar, von der bei einer genauen Messung eines Spannungsverhältnisses ausgegangen werden muß. Von hier aus kann man nun, wenn die Grundwelle des Oszillators mit der Meßfrequenz gemischt wird, d. h. im Bereich von 280 ... 940 MHz, einen Meßumfang von 60 db bestreichen. Vom USW/D-Eingang aus gesehen entsprechen diesem Meßumfang die Grenzwerte 30 µV und 30 mV. Mit einem vorgeschalteten Dämpfungsglied liegen diese Grenzwerte dem db-Wert entsprechend höher, so zum Beispiel bei 300 µV und 300 mV mit einem 20-db-Dämpfungsglied.

Im Frequenzbereich von 940 ... 4600 MHz, d. h. bei Mischung mit der 3. oder 5. Harmonischen des Oszillators, ist der Meßumfang wegen der größeren Mischdämpfung um etwa 20 db kleiner. Demgemäß muß hier bei einer genauen Messung (ohne Vorschalt-Dämpfungsglied) vom unteren Grenzwert 300 µV ausgegangen werden. Der obere Grenzwert liegt auch hier bei 30 mV, denn bei höheren Spannungen würde eine Änderung der Eingangsspannung nicht mehr eine genaue verhältnisgleiche Änderung der Zwischenfrequenzspannung bewirken.

5.3 Dämpfungsmessungen

Die Messung erfolgt nach Bild 1a und 1b in zwei Schritten. Beim ersten Schritt wird nach Bild 1a mit Meßobjekt gemessen, beim zweiten nach Bild 1b ohne Meßobjekt.

a) Das Meßobjekt wird nach Bild 1a zwischen Generator und 10-db-Dämpfungsglied eingesetzt, der „Eichteiler" auf 0 db eingestellt und der Schalter „Skala" in die Stellung „ungedehnt" gebracht. Die „ZF-Verstärkung" bleibt eingestellt wie unter 5.1 e beschrieben. Auf die Meßfrequenz wird nach 5.1 abgestimmt. Dabei ist der Knopf „Osz.-Amplitude" so einzuregeln, daß der Zeiger des kleinen Instrumentes innerhalb der Skalenmarke steht. Dann wird die Ausgangsspannung des Generators bei gleichzeitiger Verbesserung der Frequenzabstimmung so eingestellt, daß das große Instrument einen Ausschlag von mindestens 0,7 zeigt.

b) An der Ausgangsspannung des Generators, an der Osz.-Amplitude und an den beiden Knöpfen für die ZF-Verstärkung darf nun nichts mehr verstellt werden. Für diesen zweiten Schritt der Messung stellt man den „Eichteiler" zunächst auf etwa 60 db ein, nimmt das Meßobjekt aus dem Leitungszug, verbindet den Generator nach Bild 1b unmittelbar mit dem 10-db-Dämpfungsglied und verändert hierauf die Dämpfung des Eichteilers, bis das große Instrument den gleichen Ausschlag zeigt.

wie beim ersten Schritt der Messung. Hierbei empfiehlt es sich, die Frequenzabstimmung zu überprüfen und sie nötigenfalls zu berichtigen. Die Dämpfung (x db) des Meßobjektes ist nun gleich der am Eichteiler eingestellten Dämpfung.

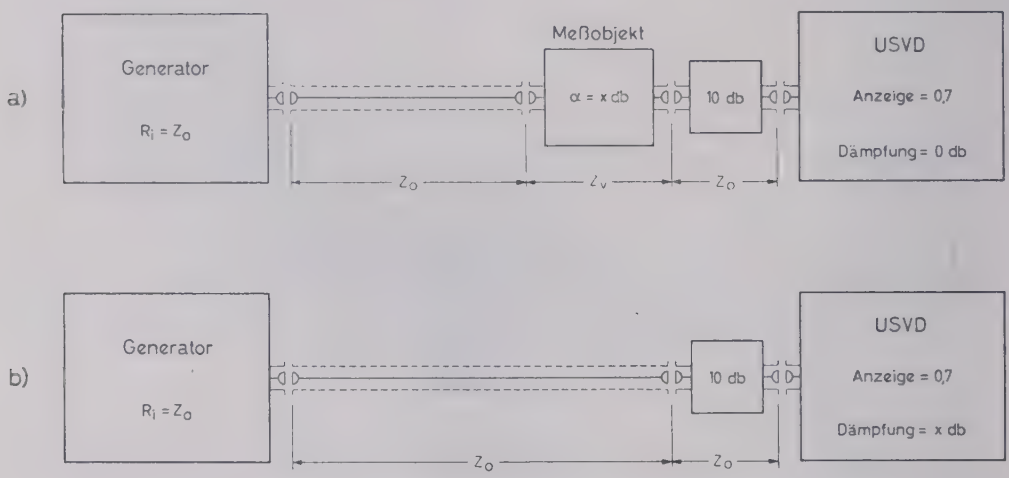


Bild 1. Zur Messung der Dämpfung eines Vierpols

Auf diese Weise den Frequenzgang der Dämpfung zu messen, ist natürlich etwas umständlich, weil man bei jedem Meßpunkt die Kabel trennen muß. Diesen Umstand kann man umgehen, indem man zunächst für den in Betracht kommenden Meßfrequenzbereich den Frequenzgang des USVD (einschließlich 10-db-Dämpfungsglied) aufnimmt und dann den Frequenzgang mit eingeschaltetem Meßobjekt ermittelt. Hierzu ist natürlich ein Generator erforderlich, an dem die Ausgangsspannung definiert eingestellt und abgelesen werden kann, wie es zum Beispiel bei unseren Meßsendern Type SDR (300 . . . 1000 MHz), Type SCR (1000 . . . 1900 MHz) und Type SBR (1600 . . . 2400 MHz) möglich ist. Hiermit braucht man dann nur den ohne Meßobjekt aufgenommenen Frequenzgang von dem mit Meßobjekt ermittelten zu subtrahieren, um den Frequenzgang des Meßobjektes zu erhalten.

Beim Aufnehmen der beiden Frequenzgänge muß man an der Frequenzskala immer auf die jeweils gleichen Empfangspunkte einstellen, da der USVD insbesondere bei der Mischung mit der 3. oder 5. Harmonischen der Oszillatorfrequenz bei den beiden an sich möglichen Empfangspunkten unterschiedliche Empfindlichkeit aufweisen kann. Man darf also zur Aufnahme eines Meßpunktes, der sich ja jeweils aus zwei Messungen ergibt, nicht einmal z. B. auf $f_e \cdot 3f_{0sz} + f_{ZF}$ und ein anderes Mal auf $f_e \quad 3f_{0sz} - f_{ZF}$

einstellen. Dabei wird man, wenn es auf optimale Empfindlichkeit ankommt, die Einstellung wählen, bei der der USVD die größere Empfindlichkeit aufweist.

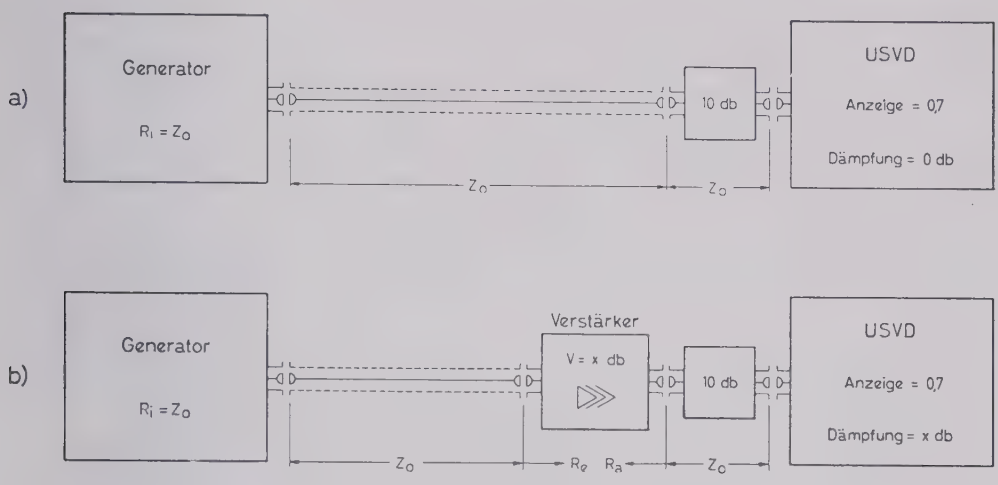


Bild 2. Zur Messung der Verstärkung

5.4 Verstärkungsmessungen

Diese Messung wird grundsätzlich so ausgeführt, wie unter 5.3 für die Dämpfungsmessung beschrieben, nur daß hier erst ohne Verstärker und dann mit eingeschaltetem Verstärker gemessen wird. Bild 2 zeigt die Meßanordnung. Auch hier wird man, wenn der Frequenzgang der Verstärkung aufzunehmen ist, erst den Frequenzgang ohne Verstärker nach Bild 2 a und dann den mit Verstärker nach Bild 2 b ermitteln, um aus dem Unterschied der beiden Zahlenreihen den Frequenzgang des Verstärkers zu erhalten.

5.5 Der UHF-Meßempfänger als Spannungszeiger einer Meßleitung

Wenn die vom Generator der Meßleitung zugeführte Spannung mit Rücksicht auf das Meßobjekt nur klein sein darf, dabei aber trotzdem große Spannungsverhältnisse meßbar sein sollen, so wird der USVD-Eingang unmittelbar, d. h. ohne 10-db-Dämpfungsglied, mit dem Meßkopf verbunden. Dabei ist, um ein Minimum an Rauschen zu erzielen, dafür zu sorgen, daß der Ausgang des Meßkopfes einen reellen Innenwiderstand von etwa 50 bis 75 Ω hat. Bei offenem USVD-Eingang oder auch bei einem rein imaginären Innenwiderstand der Spannungsquelle kann das Rauschen der Mischstufe ziemlich stark werden, so daß hierdurch der an sich mögliche Meßumfang von ≤ 60 db nicht mehr zu

erreichen ist. Um dieses durch einen etwaigen Fehlabschluß bedingte Rauschen zu erkennen, läßt man die Verbindung zwischen Meßkopf und USVD-Eingang bestehen und schaltet den Generator aus.

Zur raschen Messung kleiner Spannungsverhältnisse kann man, falls keine große Genauigkeit gefordert wird, auf die Verwendung des Eichteilers verzichten und das Stehwellenverhältnis unmittelbar auf der von 0,3 . . . 1 geteilten Skala des großen Instruments ablesen. Hierbei ist der Skalenbereich unter 0,7 jedoch nur dann brauchbar, wenn das Rauschen des ZF-Verstärkers durch Zurückdrehen der Regler „ZF-Verstärkung fein und grob" so weit herabgesetzt wird, daß der Instrumentzeiger (bei auf 60 db gestelltem Eichteiler) nicht am rechten Rand der blauen Skalenmarke, sondern annähernd auf 0 steht.

Etwas genauer und bequemer kann man kleine Spannungsverhältnisse an der von 0,7 . . . 1 geeichten Skala ablesen. Diese Skala gilt, wenn der Schalter unter dem großen Instrument auf „gedehnt" steht. Die Skalen stimmen genau überein, d. h., bei einer bestimmten Eingangsspannung, die zum Beispiel eine Anzeige von 0,7 bewirkt, ändert sich beim Umschalten zwar der Ausschlag, aber nicht der angezeigte Wert.

5.6 Verwendung der Ausgänge

Die einzelnen Eigenschaften des ZF-Ausgangs und der drei NF-Ausgänge sind dem Abschnitt 1 entnehmbar. An den Ausgang „ZF" kann zum Beispiel unser Frequenzhubmesser Type FMV (20 . . . 300 MHz) angeschlossen und hiermit sowohl der Frequenzhub als auch der Modulationsgrad von Dezimeterwellensendern genau gemessen werden. Zur Verbindung verwende man ein koaxiales 60-Ω-Kabel, das an beiden Seiten mit einem Kurzhubstecker Dezifix B ausgerüstet ist. Die dem Ausgang „NF I" entnehmbare Spannung (60 V_{ss}) reicht aus, ohne weitere Verstärkung eine Oszillografenröhre auszusteuern. Falls dabei die obere Grenzfrequenz (200 kHz) ausgenützt werden soll, so muß auf möglichst geringe kapazitive Belastung geachtet werden. Man verwende also ein möglichst kurzes und kapazitätsarmes Kabel, das mit einem 13-mm-Stecker (FS 413/11) versehen ist. Um bei der oszillografischen Untersuchung eines Signals ein möglichst rauschfreies Bild zu erhalten, kann es u. U. notwendig sein, den Schalter „ZF-Verstärkung grob" für eine genügend kleine ZF-Verstärkung einzustellen.

An den breitbandigen Ausgang „NF II" kann ebenfalls ein Oszillograf (mit Verstärker) angeschlossen werden. Hier verwende man als Verbindung ein koaxiales 75-Ω-Kabel (oder auch ein 60-Ω-Kabel) mit 13-mm-Stecker (FS 413/11). Der Ausgang „NF III" dient zum Anschluß eines Kopfhörers. Mit dem Regler über den Buchsen ist die Ausgangsspannung stetig einstellbar. Bei 100%iger Modulation des Trägers können Hoch-

frequenzspannungen in der Größe von 1 µV noch einwandfrei nachgewiesen werden. So ist der USVD sehr gut verwendbar als Nullindikator zum Beispiel unseres Reflektometers Type ZUP (10 . . . 600 MHz) oder unserer UHF-Meßleitung Type LMD (300 bis 3000 MHz) bei Knotenbreitemessungen.

6 Röhrenwechsel

Die Röhren **Rö 2** bis **Rö 7** (= 6 x EF 80) des ZF- und NF-Verstärkers kann man ohne weiteres durch neue Röhren gleicher Type ersetzen. Irgendwelche Nachregelungen sind hierbei nicht nötig.

Um die Röhre **Rö 1** = EC 55 des Oszillators auswechseln zu können, muß man zunächst das Spannband lösen und die Abschirmhaube abnehmen. Hierauf werden die beiden Schrauben der Röhrenhalterung gelöst, die Klemmplatte abgenommen und die Röhre nach der Anodenseite hin aus den Kontaktringen der Fassung gezogen. Beim Einsetzen der neuen Röhre muß man darauf achten, daß der Heizfadenstift in die Kontakthülse richtig eingeführt wird. Nachdem die Röhre bis zum Anschlag (Anodenring) eingesetzt ist, wird die Klemmplatte wieder befestigt. Die Haube wird bis zum Anschlag aufgeschoben und dann das Spannband wieder fest angezogen. Hierauf prüfe man, ob der Oszillator im ganzen Frequenzbereich ausreichend schwingt. Dies ist bei aufgedrehtem Regler „Osz.-Amplitude" am Ausschlag des kleinen Instrumentes zu ersehen. Es muß bei allen Frequenzen (305 . . . 915 MHz) ein Ausschlag erreicht werden, der innerhalb der etwa 1 cm breiten Skalenmarke liegt.

Die beiden Mischdioden **Gl 1** und **Gl 2** sind auswechselbar, nachdem man am Mischkopf das Spannband gelöst und die Abschirmhaube abgenommen hat. Falls nur eine Diode schadhaft ist, so muß man stets beide auswechseln, und zwar muß man ein zusammengepaßtes Pärchen verwenden. Ein geeignetes Diodenpaar kann unter Angabe des Verwendungszweckes von ROHDE & SCHWARZ bezogen werden. Die Sach-Nummer lautet GK 1012 C.

Nach dem Auswechseln der Röhren **Rö 15** = PL 81, **Rö 13** = EF 40 und **Rö 14** = 85 A 1 im Stromversorgungsteil des Oszillators muß man die Anodenspannung (300 V) nachmessen und sie nötigenfalls auf den Sollwert nachregeln. Gemessen wird an der Rückseite des Gerätes an den mit „300 V" bezeichneten Buchsen. Zur Einstellung der Anodenspannung dient der ebenfalls an der Rückseite angeordnete Regler „R 159".

Sinngemäß ist zu verfahren nach dem Auswechseln der Röhren **Rö 8** = PL 81, **Rö 9** = PL 81, **Rö 10** = EF 40 und **Rö 11** = 85 A 1 zur Stabilisierung der Anodenspannung des ZF- und NF-Verstärkers. Gemessen wird an den Buchsen „190 V" und eingestellt mit dem Regler „R 143". Hierauf muß man prüfen, ob sich die beiden Anzeigebereiche (0,3 . . . 1 und 0,7 . . . 1) des großen Instrumentes genau decken. Hierzu führt man dem Eingang eine Hochfrequenzspannung zu, bei der sich in der Schaltstellung „ungedehnt" die Anzeige = 1 ergibt. Nach dem Umschalten auf „gedehnt" muß sich wieder Anzeige = 1 ergeben. Trifft dies nicht zu, so muß man den Regler R 136 entsprechend einstellen.

Nach dem Wechsel der Röhren **Rö 16** = PL 81, **Rö 17** = EF 40 und **Rö 18** = DL 41 zur Stabilisierung der Heizspannungen von Rö 1 bis Rö 7 wird an der Rückseite des Gerätes an den Buchsen „6,35 V" die Spannung nachgemessen und, wenn notwendig, mit den Reglern R 172 (Grobeinstellung) und R 173 (Feineinstellung) auf den Sollwert 6,35 V nachgestellt. Dabei muß man bedenken, daß sich der Innenwiderstand der Röhre Rö 18 in den ersten Betriebsstunden etwas ändern kann und daß sich demzufolge auch die Heizspannung ändert. Es empfiehlt sich daher, diese Einstellung nach etwa 20 Betriebsstunden zu wiederholen.

Die mit der Oszillatorröhre Rö 1 gleichstrommäßig in Reihe liegende Stromregelröhre **Rö 12** = PL 81 kann man in der Regel ohne weiteres durch ein Exemplar gleicher Type ersetzen. Nur in Ausnahmefällen kann es notwendig sein, den Regler R 150 entsprechend einzustellen, daß sich in Rö 12 der ursprüngliche Innenwiderstand ergibt. Es muß dabei gewährleistet sein, daß der Oszillator bei aufgedrehtem Regler „Osz.-Amplitude" (R 189) bei allen Frequenzen ausreichend schwingt.

7 Schaltteilliste

(Änd.-Zust. „e" Nr. 4268)

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R & S-Sach-Nr.
C 1	Rohrkondensator	6 pF ± 10 %	enth. in 1523 - 2
C 3	Klatschkondensator	30 pF ± 5 %	enth. in 1523 - 2
C 4	Klatschkondensator	30 pF ± 5 %	enth. in 1523 - 2
C 5	Ker. Rohrtrimmer	1 . . . 6 pF	CV 7205
C 6	Ker. Rohrtrimmer	1 . . . 6 pF	CV 7205
C 7	Kf-Kondensator	5000 pF/125 V	2 x CKS 2500/125 parallel
C 8	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C 9	Ker. Df-Kondensator		1523 - 2.25 bearb. aus CFR 1/5000/500
C 10	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C 12	Lufttrimmer	etwa 3 pF	enth. in 1523 - 7
C 13	Lufttrimmer	etwa 6 pF	enth. in 1523 - 7
C 14	Lufttrimmer	etwa 6 pF	enth. in 1523 - 7
C 15	Lufttrimmer	etwa 3 pF	enth. in 1523 - 7
C 17	Kompens. Kondensator		enth. in 1523 - 1
C 18	Drehkondensator	Cmax = 18,5 pF	enth. in 1523 - 1
C 19	Klatschkondensator	12 pF ± 10 %	enth. in 1523 - 1
C 20	Rückkopplungskondens.		enth. in 1523 - 1
C 21	Klatschkondensator	100 pF ± 20 %	enth. in 1523 - 1
C 22	Klatschkondensator	100 pF ± 20 %	enth. in 1523 - 1
C 23	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C 24	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C 25	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C 26	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C 29	Kf-Kondensator	2500 pF/125 V	CKS 2500/125
C 30	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C 31	Ker. Rohrtrimmer	1 . . . 6 pF	CV 7205
C 32	Kf-Kondensator	2500 pF/250 V	CKS 2500/250
C 33	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C 34	Kf-Kondensator	500 pF/500 V	CKS 500/500
C 35	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C 36	Kf-Kondensator	2500 pF/125 V	CKS 2500/125
C 37	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C 39	Ker. Rohrtrimmer	1 . . . 6 pF	CV 7205
C 40	Kf-Kondensator	2500 pF/250 V	CKS 2500/250

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 41	Ker. Df-Kondensator	5000 pF 500 V	CFR 1 5000 500
C 42	Kf-Kondensator	500 pF 500 V	CKS 500 500
C 43	Kf-Kondensator	2500 pF 125 V	CKS 2500 125
C 44	Ker. Df-Kondensator	5000 pF 500 V	CFR 1 5000 500
C 46	Ker. Rohrtrimmer	1 . . . 6 pF	CV 7205
C 47	Kf-Kondensator	2500 pF 250 V	CKS 2500 250
C 48	Ker. Df-Kondensator	5000 pF 500 V	CFR 1 5000 500
C 49	Kf-Kondensator	500 pF 500 V	CKS 500 500
C 50	Kf-Kondensator	2500 pF 125 V	CKS 2500 125
C 51	Ker. Df-Kondensator	5000 pF 500 V	CFR 1 5000 500
C 53	Ker. Rohrtrimmer	1 . . . 6 pF	CV 7205
C 54	Kf-Kondensator	2500 pF 250 V	CKS 2500 250
C 55	Ker. Df-Kondensator	5000 pF 500 V	CFR 1 5000 500
C 56	Keramik-Kondensator	10 pF	CTR 10
C 57	Ker. Rohrtrimmer	1 . . . 11 pF	CV 7210
C 58	Keramik-Kondensator	30 pF	CTR 30
C 59	Kf-Kondensator	2500 pF 125 V	CKS 2500 125
C 60	Ker. Df-Kondensator	5000 pF 500 V	CFR 1 5000 500
C 61	Ker. Df-Kondensator	5000 pF 500 V	CFR 1 5000 500
C 63	Kf-Kondensator	2500 pF 250 V	CKS 2500 250
C 64	Ker. Df-Kondensator	5000 pF 500 V	CFR 1 5000 500
C 65	Klatschkondensator	160 pF ± 10 %	enth. in 1523 - 3
C 67	Papierkondensator	50 000 pF 250 V	CPK 50 000 250
C 68	Papierkondensator	100 000 pF 500 V	CRF 100 000 500
C 69	Papierkondensator	25 000 pF 250 V	CPK 25 000 250
C 70	Ker. Df-Kondensator	5000 pF 500 V	CFR 1 5000 500
C 72	Kf-Kondensator	2500 pF 125 V	CKS 2500 125
C 73	Kf-Kondensator	2500 pF 125 V	CKS 2500 125
C 74	Kf-Kondensator	2500 pF 125 V	CKS 2500 125
C 75	Kf-Kondensator	2500 pF 125 V	CKS 2500 125
C 76	Ker. Df-Kondensator	5000 pF 500 V	CFR 1 5000 500
C 77	Ker. Df-Kondensator	5000 pF 500 V	CFR 1 5000 500
C 78	Ker. Df-Kondensator	5000 pF 500 V	CFR 1 5000 500
C 79	Ker. Df-Kondensator	5000 pF 500 V	CFR 1 5000 500
C 82	MP-Kondensator	1 µF 160 V	CMR 1 160
C 83	MP-Kondensator	1 µF 250 V	CMR 1 250
C 84	MP-Kondensator	1 µF 160 V	CMR 1 160
C 86	MP-Kondensator	2 µF 160 V	CMR 2 160 2

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 87	MP-Kondensator	32 µF/350 V	CMR 16 + 16 350
C 88	MP-Kondensator		
C 89	MP-Kondensator	8 µF/500 V	CMR 8 500
C 90	MP-Kondensator	16 µF/250 V	CMR 16 250
C 91	MP-Kondensator	16 µF/250 V	CMR 16 250
Gl 1	Kristall-Diode		GK 1012 C
Gl 2	Kristall-Diode		
Gl 3	Kristall-Diode		GK 2371
Gl 4	Kristall-Diode		GK 2252
Gl 5	Kristall-Diode		
Gl 6	Netzgleichrichter	2 x 360 V/85 mA	GN 19 720 85 M
Gl 7			
Gl 8	Netzgleichrichter	2 x 360 V/85 mA	GN 19 720 85 M
Gl 9			
Gl 10	Netzgleichrichter	2 x 360 V/85 mA	GN 19 720 85 M
Gl 11			
I 1	Drehspul-Strommesser		INS 10404
I 2	Drehspul-Strommesser		INS 30402
K 1	Hochfr.-Kabel	Z 60 Ω	1523 - 18
K 2	Hochfr.-Kabel	Z 60 Ω	1523 - 19
K 3	Hochfr.-Kabel	Z 60 Ω	1523 - 20
K 4	Hochfr.-Kabel	Z 60 Ω	1523 - 20
K 5	Hochfr.-Kabel	Z 60 Ω	1523 - 21
K 6	Hochfr.-Kabel	Z 60 Ω	1523 - 22
K 7	Hochfr.-Kabel	Z 60 Ω	1523 - 23
K 8	Hochfr.-Kabel	Z 150 Ω	1523 - 24
K 9	Hochfr.-Kabel	Z 60 Ω	1523 - 26
K 20	Anschlußkabel		LK 303
L 1	Hochpaßspule		1523 - 2.32
L 2	Hochpaßspule		1523 - 2.32
L 4			
L 5	Symmetrie-Leitung		enth. in 1523 - 2
L 6			
L 7	ZF-Übertrager		1523 - 2.40
L 8	ZF-Übertrager		1523 - 2.41
L 9	Drossel		1523 - 1.75
L 10	Drossel		1523 - 1.75
L 12	Tiefpaß-Induktivität (Leitung)		enth. in 1523 - 7
L 13	Tiefpaß-Induktivität (Leitung)		enth. in 1523 - 7

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R & S-Sach-Nr.
L 14	Tiefpaß-Induktivität (Leitung)		enth. in 1523 - 7
L 16	Koppelschleife		enth. in 1523 - 1
L 17	Leitungskreis		enth. in 1523 - 1
L 18			
L 19	Drossel		1523 - 1.76
L 20	Drossel		1523 - 1.76
L 21	Drossel		1523 - 1.75
L 22	Drossel		1523 - 1.75
L 23	Drossel		1523 - 1.75
L 24	Drossel		1523 - 1.75
L 27	ZF-Spule		1523 - 3.8
L 28	Drossel		1508 - 2.25
L 29	ZF-Spule		1523 - 3.9
L 30	Drossel		1508 - 2.25
L 31	ZF-Spule		1523 - 3.10
L 32	Drossel		1508 - 2.25
L 33	ZF-Spule		1523 - 3.9
L 34	Drossel		1508 - 2.25
L 35	ZF-Übertrager		1523 - 3.11
L 36	Drossel		1508 - 2.25
L 37	ZF-Übertrager		1523 - 3.12
L 38	Tiefpaßspule		1523 - 3.13
L 39	Tiefpaßspule		1523 - 3.13
L 41	Heizdrossel		1523 - 3.14
L 42	Heizdrossel		1523 - 3.14
L 43	Heizdrossel		1523 - 3.14
L 44	Heizdrossel		1523 - 3.14
L 45	Heizdrossel		1523 - 3.14
L 46	Heizdrossel		1523 - 3.14
L 47	Drossel		1508 - 2.25
L 48	Drossel		1508 - 2.25
L 49	Drossel		1508 - 2.25
L 50	Drossel		1508 - 2.25
L 51	Drossel		1508 - 2.25
L 52	Drossel		1508 - 2.25
L 53	Drossel		1508 - 2.25
L 56	Drossel		DB 125.2
L 57	Drossel		DB 75 2

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 1	Schichtwiderstand	100 Ω 0,25 W	WFK 511 100 0,25
R 2	Schichtwiderstand	40 Ω ± 1 % 0,5 W	WF 40/1 0,5
R 3	Schichtwiderstand	16 kΩ ± 1 % 0,5 W	WF 16 k/1/0,5
R 6	Schichtwiderstand	0,69 Ω 0,25 W	WFS 1 0,69 0,25
R 7	Schichtwiderstand	0,69 Ω 0,25 W	WFS 1/0,69 0,25
R 8	Schichtwiderstand	0,69 Ω 0,25 W	WFS 1/0,69 0,25
R 9	Schichtwiderstand	0,69 Ω 0,25 W	WFS 1 0,69 0,25
R 10	Schichtwiderstand	0,69 Ω 0,25 W	WFS 1/0,69 0,25
R 11	Schichtwiderstand	0,69 Ω 0,25 W	WFS 1/0,69 0,25
R 12	Schichtwiderstand	0,69 Ω 0,25 W	WFS 1/0,69 0,25
R 13	Schichtwiderstand	0,69 Ω 0,25 W	WFS 1 0,69 0,25
R 14	Schichtwiderstand	0,69 Ω 0,25 W	WFS 1/0,69 0,25
R 15	Schichtwiderstand	0,69 Ω 0,25 W	WFS 1/0,69 0,25
R 16	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1/10,4 k 0,25
R 17	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1/10,4 k/0,25
R 18	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1/10,4 k 0,25
R 19	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1 10,4 k 0,25
R 20	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1/10,4 k 0,25
R 21	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1/10,4 k 0,25
R 22	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1/10,4 k/0,25
R 23	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1/10,4 k/0,25
R 24	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1/10,4 k 0,25
R 25	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1/10,4 k/0,25
R 26	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1/10,4 k/0,25
R 27	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1/10,4 k/0,25
R 28	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1/10,4 k/0,25
R 29	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1/10,4 k/0,25
R 30	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1/10,4 k/0,25
R 31	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1/10,4 k/0,25
R 32	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1/10,4 k/0,25
R 33	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1/10,4 k/0,25
R 34	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1/10,4 k/0,25
R 35	Schichtwiderstand	10,4 kΩ 0,25 W	WFS 1/10,4 k/0,25
R 36	Schichtwiderstand	6,915 Ω ± 0,5 % 0,25 W	WFS 1/6,915/0,5/0,25
R 37	Schichtwiderstand	6,915 Ω ± 0,5 % 0,25 W	WFS 1/6,915/0,5/0,25
R 38	Schichtwiderstand	6,915 Ω ± 0,5 % 0,25 W	WFS 1/6,915/0,5/0,25
R 39	Schichtwiderstand	6,915 Ω ± 0,5 % 0,25 W	WFS 1/6,915/0,5/0,25
R 40	Schichtwiderstand	6,915 Ω ± 0,5 % 0,25 W	WFS 1/6,915/0,5/0,25
R 41	Schichtwiderstand	6,915 Ω ± 0,5 % 0,25 W	WFS 1/6,915/0,5/0,25

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 42	Schichtwiderstand	6,915 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/6,915/0,5/0,25
R 43	Schichtwiderstand	6,915 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/6,915/0,5/0,25
R 44	Schichtwiderstand	6,915 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/6,915/0,5/0,25
R 45	Schichtwiderstand	6,915 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/6,915/0,5/0,25
R 46	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 47	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 48	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 49	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 50	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 51	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 52	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 53	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 54	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 55	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 56	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 57	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 58	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 59	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 60	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 61	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 62	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 63	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 64	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 65	Schichtwiderstand	1,045 kΩ ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/1,045 k/0,5/0,25
R 66	Schichtwiderstand	85,25 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/85,25/0,5/0,25
R 67	Schichtwiderstand	85,25 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/85,25/0,5/0,25
R 68	Schichtwiderstand	85,25 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/85,25/0,5/0,25
R 69	Schichtwiderstand	85,25 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/85,25/0,5/0,25
R 70	Schichtwiderstand	85,25 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/85,25/0,5/0,25
R 71	Schichtwiderstand	85,25 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/85,25/0,5/0,25
R 72	Schichtwiderstand	115,6 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/115,6/0,5/0,25
R 73	Schichtwiderstand	115,6 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/115,6/0,5/0,25
R 74	Schichtwiderstand	115,6 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/115,6/0,5/0,25
R 75	Schichtwiderstand	115,6 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/115,6/0,5/0,25
R 76	Schichtwiderstand	115,6 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/115,6/0,5/0,25
R 77	Schichtwiderstand	115,6 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/115,6/0,5/0,25
R 78	Schichtwiderstand	115,6 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/115,6/0,5/0,25
R 79	Schichtwiderstand	115,6 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/115,6/0,5/0,25
R 80	Schichtwiderstand	115,6 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/115,6/0,5/0,25

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R & S-Sach-Nr.
R 81	Schichtwiderstand	115,6 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/115,6/0,5/0,25
R 82	Schichtwiderstand	115,6 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/115,6/0,5/0,25
R 83	Schichtwiderstand	115,6 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/115,6/0,5/0,25
R 86	Schichtwiderstand	60 Ω ± 1 %/0,25 W	WFK 511/60/1/0,25
R 87	Schichtwiderstand	2,5 kΩ/0,5 W	WFO 2,5 k/0,5
R 90	Schichtwiderstand	65 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WF 65/0,5/0,25
R 91	Schichtwiderstand	160 Ω/0,25 W	WF 160/0,25
R 93	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WF 1 k/0,5
R 94	Schichtwiderstand	2,5 kΩ ± 1 %/0,5 W	WFS 1/2,5 k/1/0,5
R 95	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,5 W	WF 10 k/0,5
R 96	Schichtwiderstand	40 Ω/0,25 W	WF 40/0,25
R 98	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WF 1 k/0,5
R 99	Schichtwiderstand	8 kΩ ± 1 %/0,5 W	WFS 1/8 k/1/0,5
R 100	Schichtwiderstand	160 Ω/0,25 W	WF 160/0,25
R 102	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WF 1 k/0,5
R 103	Schichtwiderstand	6 kΩ ± 1 %/0,5 W	WFS 1/6 k/1/0,5
R 104	Schichtwiderstand	160 Ω/0,25 W	WF 160/0,25
R 106	Schichtwiderstand	5 kΩ ± 1 %/0,5 W	WFS 1/5 k/1/0,5
R 107	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WF 1 k/0,5
R 108	Schichtwiderstand	2 kΩ ± 1 %/0,5 W	WF 2 k/1/0,5
R 109	Schichtwiderstand	10 kΩ ± 1 %/0,5 W	WF 10 k/1/0,5
R 110	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,25 W	WF 100 k/0,25
R 111	Schichtwiderstand	160 Ω/0,25 W	WF 160/0,25
R 113	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WF 1 k/0,5
R 114	Schichtwiderstand	115,6 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/115,6/0,5/0,25
R 115	Schichtwiderstand	85,25 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/85,25/0,5/0,25
R 116	Schichtwiderstand	115,6 Ω ± 0,5 %/0,25 W	WFS 1/115,6/0,5/0,25
R 117	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R 120	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R 121	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,25 W	WF 1 M/0,25
R 122	Schichtwiderstand	289 Ω/0,25 W	WF 289/0,25
R 123	Schichtwiderstand	213 Ω/0,25 W	WF 213/0,25
R 124	Schichtwiderstand	100 Ω/0,25 W	WF 100/0,25
R 125	Schichtwiderstand	6 kΩ/1 W	WF 6 k/1
R 126	Schichtwiderstand	4 kΩ/0,5 W	WF 4 k/0,5
R 127	Schichtwiderstand	4 kΩ/0,5 W	WF 4 k/0,5
R 130	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WF 1 k/0,5
R 131	Schichtwiderstand	1 kΩ 0,5 W	WF 1 k/0,5

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.	
R 132	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WF 1 k/0,5	
R 133	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WF 1 k/0,5	
R 136	Schicht-Drehwiderstand	50 kΩ lin.	WS 9122 F/50 k	
R 137	Schichtwiderstand	80 kΩ/0,5 W	WF 80 k/0,5	
R 138	Schichtwiderstand	300 Ω/0,5 W	WF 300/0,5	
R 139	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,5 W	WF 10 k/0,5	
R 140	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,5 W	WF 10 k/0,5	
R 141	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,5 W	WF 1 M/0,5	
R 142	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,5 W	WF 100 k/0,5	
R 143	Schicht-Drehwiderstand	100 kΩ lin.	WS 9122 F/100 k	
R 144	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,5 W	WF 100 k/0,5	
R 145	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WF 1 k/0,5	
R 146	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WF 1 k/0,5	
R 149	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WF 1 k/0,5	
R 150	Schicht-Drehwiderstand	500 Ω lin.	WS 9122 F/500	
R 151	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WF 1 k/0,5	
R 152	Schichtwiderstand	50 Ω/0,5 W	WF 50/0,5	
R 153	Schichtwiderstand	30 kΩ/0,5 W	WF 30 k/0,5	
R 154	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,5 W	WF 10 k/0,5	
R 155	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,5 W	WF 1 M/0,5	
R 156	Drahtwiderstand	10 kΩ/6 W	WD 10 k/6	
R 157	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WF 1 k/0,5	
R 158	Schichtwiderstand	300 kΩ/0,5 W	WF 300 k/0,5	
R 159	Schicht-Drehwiderstand	100 kΩ lin.	WS 9122 F/100 k	
R 160	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,5 W	WF 100 k/0,5	
R 163	Schichtwiderstand	10 kΩ/1 W	WF 10 k/1	
R 164	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WF 1 k/0,5	
R 165	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,5 W	WF 1 M/0,5	
R 166	Drahtwiderstand	3 kΩ/12 W	2 x WD 6 k/6	parallel
R 167	Schichtwiderstand	40 kΩ/1 W	WF 40 k/1	
R 168	Schichtwiderstand	500 kΩ/0,5 W	WF 500 k/0,5	
R 169	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,5 W	WF 10 k/0,5	
R 170	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,5 W	WF 100 k/0,5	
R 171	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,5 W	WF 100 k/0,5	
R 172	Draht-Drehwiderstand	10 Ω lin.	WR 4 F/10	
R 173	Draht-Drehwiderstand	50 Ω lin.	WR 4 F/50	
R 176	Schicht-Drehwiderstand	1 kΩ lin.	WS 7126/1 k	
R 177	Schicht-Drehwiderstand	10 kΩ lin.	WS 7126/10 k	

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 178	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R 179	Schichtwiderstand	1,6 kΩ/0,25 W	WF 1,6 k/0,25
R 180	Schichtwiderstand	400 Ω/0,25 W	WF 400/0,25
R 181	Schichtwiderstand	400 Ω/0,25 W	WF 400/0,25
R 182	Schichtwiderstand	400 Ω/0,25 W	WF 400/0,25
R 183	Schichtwiderstand	400 Ω/0,25 W	WF 400/0,25
R 184	Schichtwiderstand	400 Ω/0,25 W	WF 400/0,25
R 185	Schichtwiderstand	200 kΩ/0,5 W	WF 200 k/0,5
R 186	Schichtwiderstand	30 kΩ ± 1 %/0,5 W	WF 30 k/1/0,5
R 188	Drahtwiderstand	16 kΩ/6 W	WD 16 k/6
R 189	Schicht-Drehwiderstand	2,5 kΩ lin.	WS 5126/2,5 k
R 192	Schichtwiderstand	500 kΩ/0,5 W	WF 500 k/0,5
R 193	Schichtwiderstand	300 kΩ/0,5 W	WF 300 k/0,5
R 194	Schichtwiderstand	300 kΩ/0,5 W	WF 300 k/0,5
Rl 1	Zwergglimmlampe	220 V	RL 210
Rö 1	Scheibentriode		EC 55
Rö 2	Pentode		EF 80
Rö 3	Pentode		EF 80
Rö 4	Pentode		EF 80
Rö 5	Pentode		EF 80
Rö 6	Pentode		EF 80
Rö 7	Pentode		EF 80
Rö 8	End-Pentode		PL 81
Rö 9	End-Pentode		PL 81
Rö 10	Pentode		EF 40
Rö 11	Stabilisator		85 A 1
Rö 12	End-Pentode		PL 81
Rö 13	Pentode		EF 40
Rö 14	Stabilisator		85 A 1
Rö 15	End-Pentode		PL 81
Rö 16	End-Pentode		PL 81
Rö 17	Pentode		EF 40
Rö 18	End-Pentode		DL 41
S 1	Teilerschalter		18011 - 2
S 2	Teilerschalter		18011 - 2
S 3	Teilerschalter		18011 - 2

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R & S-Sach-Nr.
S 4	Scheibenschalter		SRN 311/2/32
S 5	Scheibenschalter		SRN 311/2/32
S 6	Netzschalter-kombination		SRK 2
S 7	Spannungswähler		FD 601/2
Si 1	Schmelzeinsatz	1 A	1 C DIN 41571
Tr 1	Ausgangsübertrager		1523 - 3.15
Tr 2	Heiztransformator		1523 - 5.6
Tr 3	Netztransformator		1523 - 5.7/2

Garantieverpflichtung

Wir übernehmen für Mängel unserer Geräte, die als Folgen von Fertigungs- oder Materialfehlern auftreten,

1 JAHR GARANTIE,

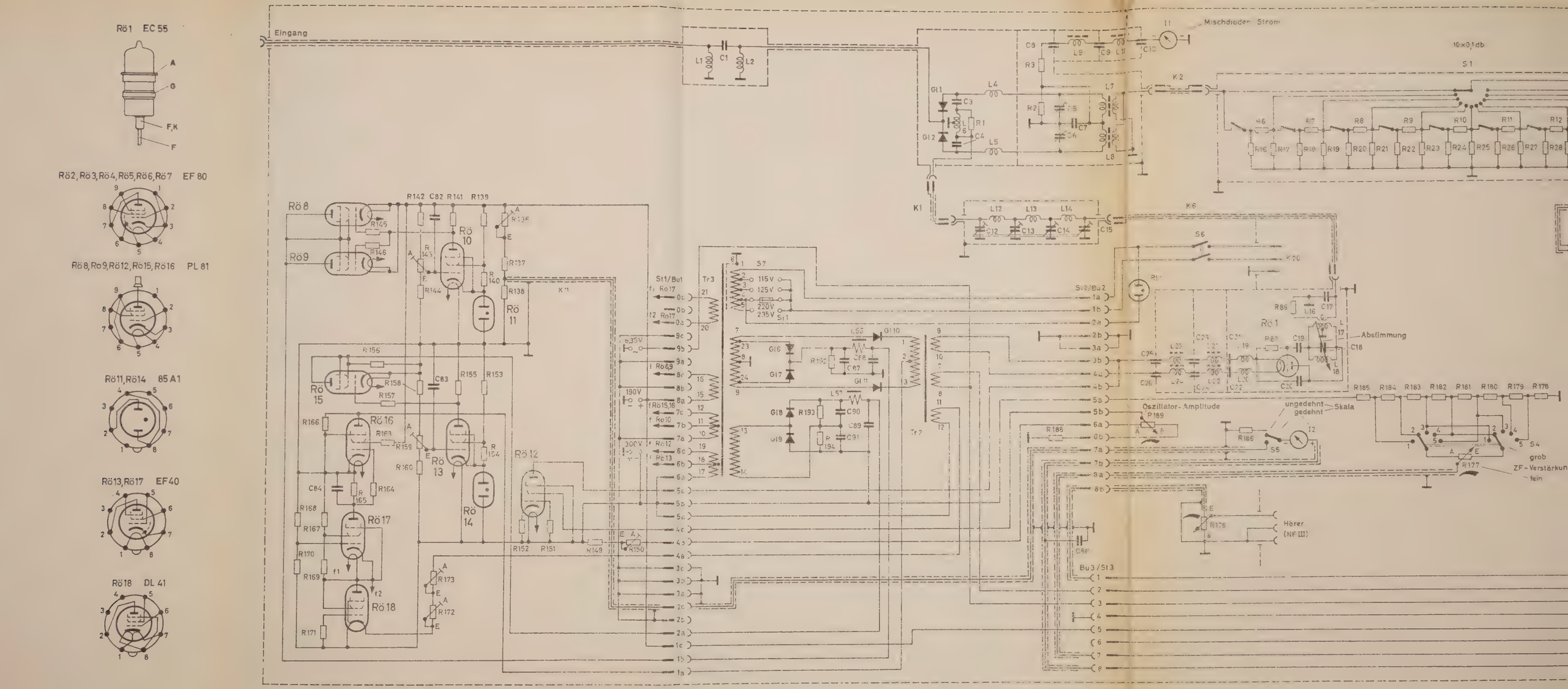
und zwar nach Maßgabe der Ziffer 5 unserer Lieferungs- und Zahlungsbedingungen.

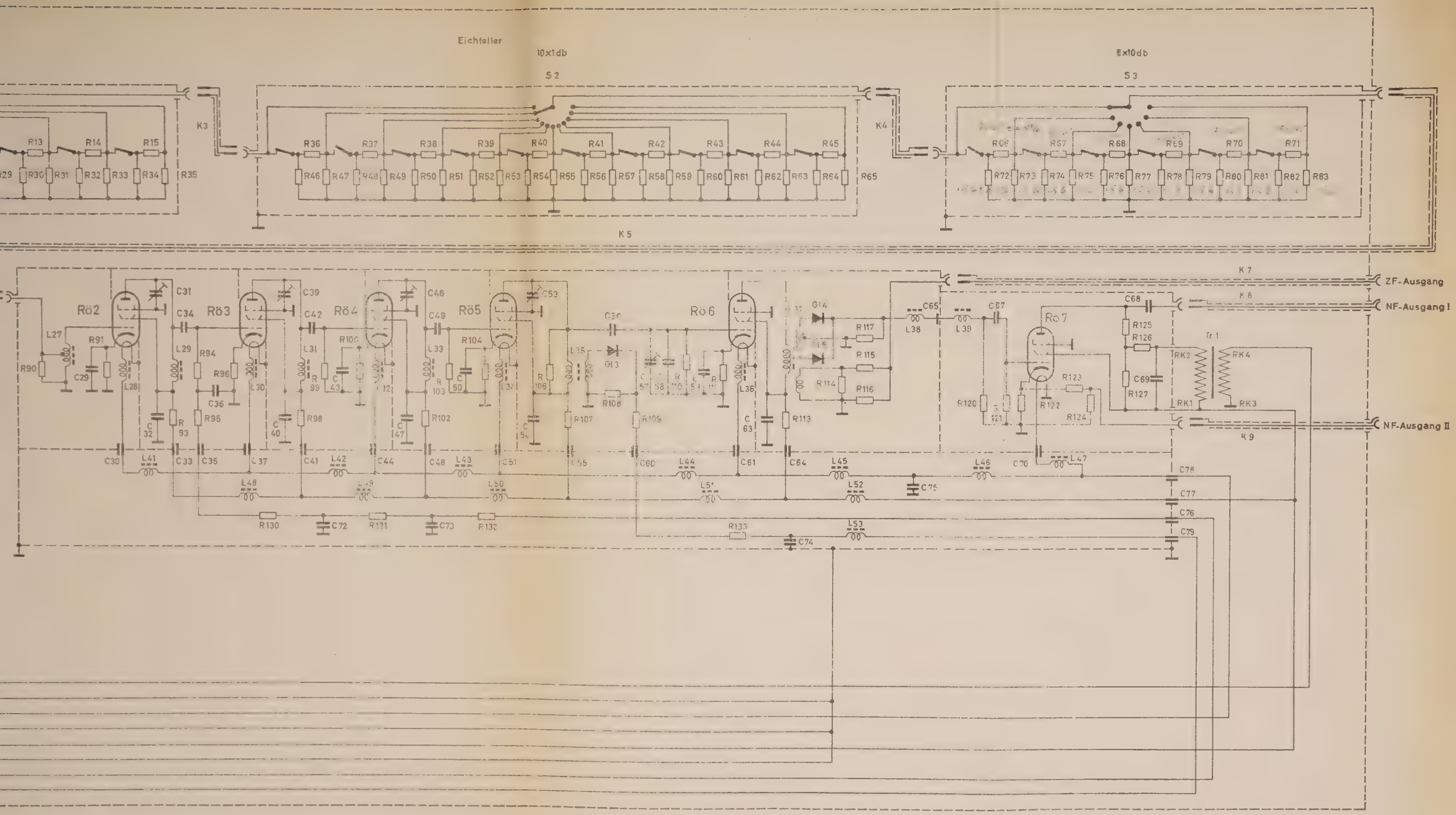
Ein Anspruch auf Wandlung oder Minderung ist ausgeschlossen. Die Gewährleistung geht nach unserer Wahl auf Instandsetzung oder Ersatz des beanstandeten Werkstückes oder Werkstückteiles. Unsere Gewährspflicht wird nur dann ausgelöst, wenn ein Mangel uns unverzüglich, spätestens innerhalb einer Woche nach Kenntnis schriftlich mitgeteilt ist und wenn innerhalb einer Woche nach Aufforderung durch uns das Werkstück frachtfrei an unser Werk abgesandt ist. Die Rückfracht vom Werk geht ebenfalls zu Lasten des Bestellers. Der Ersatz unmittelbaren oder mittelbaren Schadens ist ausgeschlossen. Die Gewährleistung erlischt, wenn von dritter Seite Veränderungen an dem Werkstück vorgenommen werden.

Plomben und Siegel des Gerätes dürfen nicht verletzt sein. Für Röhren, zu denen Sie keine Garantieunterlagen erhielten, übernehmen wir die Garantieverpflichtung. Schadhafte Röhren, für die Ihrer Meinung nach ein Garantieanspruch besteht, wollen Sie uns zur Prüfung desselben einsenden. Dabei bitten wir, unbedingt anzugeben:

Nummer, Datum und Diktatzeichen der Rechnung;
Type und Fertigungsnummer (FNr.) des Gerätes;
Bezeichnung des Röhrenschadens.

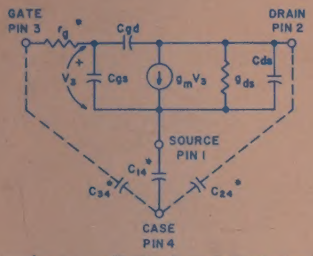
ROHDE & SCHWARZ · MÜNCHEN 9 · TASSILOPLATZ 7


Rö1 EC 55
A
G
F,K
F
Rö2, Rö3, Rö4, Rö5, Rö6, Rö7 EF 80
Rö8, Ro9, Rö12, Rö15, Rö16 PL 81
Rö11, Rö14 85 A1
Rö13, Rö17 EF40
Rö18 DL 41
Eingang
L1
C1
L2
Rö 8
Rö9
Rö 10
Rö 11
Rö 15
Rö 16
Rö 13
Rö 14
Rö 12
Rö 17
Rö 18
R142 C82 R141 R139
R145
R146
R143
R144
R135
R137
R140
R138
K11
R156
R158
R157
C83
R155
R153
R166
R163
R159
R160
R154
C84
R165
R164
R168
R167
R170
R169
R171
R173
R172
R152
R151
R149
R150
St1/Bu1
Tr3
S7
115V
125V
220V
235V
St1
Rö17
Rö15,16
Rö10
Rö12
Rö13
250V
190V
300V
G16
G17
G18
G19
G110
G111
L56
L57
R192
R193
R194
C88
C87
C90
C89
C91
Tr2
Bu3/St3
C1
L1
L2
C3
C4
L3
L4
L5
L6
L7
L8
L9
L10
L11
C8
C9
C10
R1
R2
R3
C5
C6
C7
K1
K2
K6
L12
L13
L14
C12
C13
C14
C15
S6
K7a
S1
10x0,1db
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R16
R17
R18
R19
R20
R21
R22
R23
R24
R25
R26
R27
R28
I1
Mischdioden Strom
St2/Bu2
P1
R185
L16
C17
Rö 1
C18
Abstimmung
C25
C26
C27
C28
C29
C30
L23
L24
L25
L26
L27
L28
R187
C19
Oszillator-Amplitude
P189
ungedehnt
gedehnt
Skala
R186
S5
I2
R185
R184
R183
R182
R181
R180
R179
R178
S4
grob
ZF-Verstärkung
fein
R177
R176
Hörer
(NF III)
C86
1a
1b
2a
2b
3a
3b
4a
4b
5a
5b
6a
6b
7a
7b
8a
8b
1c
2c
3c
4c
5c
6c
7c
8c
9a
9b
9c
10a
10b
10c
11a
11b
11c
12a
12b
12c
13a
13b
13c
14a
14b
14c
15a
15b
15c
16a
16b
16c
17a
17b
17c
18a
18b
18c
19a
19b
19c
20a
20b
20c
21a
21b
21c

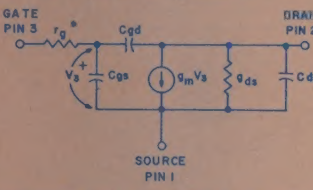


UHF - MESS - SENDER
Type USVD BN 1523

EQUIVALENT CIRCUIT



Approximate small signal equivalent circuit for the 2N4416 Field Effect Transistor.



Approximate small signal equivalent circuit for the 2N4417 Field Effect Transistor.

The 2N4416 and 2N4417 transistors are identical in every respect except for their respective package configurations. Therefore capacitance values for C_{14}, C_{24} and C_{34} should be set equal to zero, in equation 1 through 4, when computing the y parameters for the 2N4417. All of the other circuit component values are the same for both devices. Typical component values for C_{gs}, C_{gd}, g_m, and g_{ds} may be obtained for any set of bias conditions, from the curves.

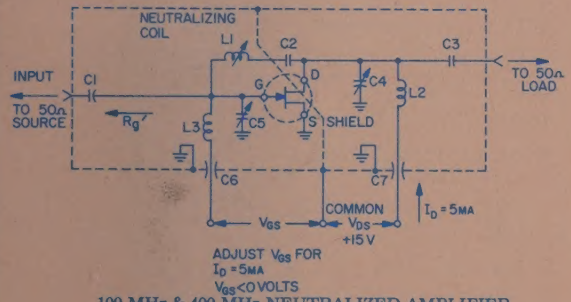
1. $y_{is} \simeq r_g[\omega(C_{gs} + C_{gd})]^2 + j\omega(C_{34} + C_{gs} + C_{gd})$
2. $y_{rs} \simeq -\omega^2 C_{gd} (C_{gs} + C_{gd}) r_g - j\omega C_{gd}$
3. $y_{fs} \simeq g_m - \omega^2 C_{gd} (C_{gs} + C_{gd}) r_g - j\omega[C_{gd} + (C_{gs} + C_{gd}) r_g g_m]$
4. $y_{os} \simeq g_{ds} + (\omega C_{gd})^2 r_g + j\omega(C_{24} + C_{gd} + C_{ds})$

Small signal common source y parameter equations for the 2N4416 and 2N-4417 Field Effect Transistors.

NOTES:

1. The above equations are accurate to about 1 GHz and are good for both the 2N4416 and 2N4417 Field Effect Transistors.
2. The case is connected to the source for the common source configuration and to the gate for common gate operation.
3. C_{14}, C_{24} and C_{34} are pin to case capacitances for the TO-72 header $C_{14} \simeq 0.6$ pF, $C_{24} \simeq 0.6$ pF, $C_{34} \simeq 0.7$ pF.
4. $C_{ds} \simeq 0.1$ pF.
5. $r_g \simeq 24$ ohms for both the 2N4416 and 2N-4417 Field Effect Transistors.
6. $g_m = |y_{fs}|$ at 1000 Hz.
7. $g_{ds} = |y_{os}|$ at 1000 Hz.

TEST CIRCUIT



100 MHz & 400 MHz NEUTRALIZED AMPLIFIER

FIGURE 1

REF. DESIG.	VALUE 100 MHz	VALUE 400 MHz
C1	7.0 pF	1.8 pF
C2	1000 pF	27 pF
C3	3.0 pF	1.0 pF
C4	1.0-12 pF	0.8-8 pF
C5	1.0-12 pF	0.8-8 pF
C6	0.0015 μF	0.001 μF
C7	0.0015 μF	0.001 μF
L1	3.0 μH	0.2 μH
L2	0.25 μH	0.03 μH
L3	0.14 μH	0.022 μH

NOTE

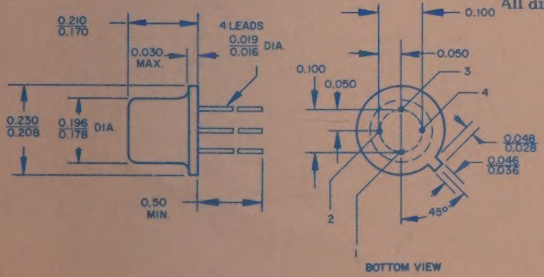
1. Amplifier used to measure power gain and noise figure.
2. Transformed equivalent Source resistance (Rg') is 1000 Ω at 100 MHz for 100 MHz amplifier, and 1000 Ω at 400 MHz for 400 MHz amplifier.
3. When using 2N4416, pin 4 (case) should be grounded.

MECHANICAL DATA

CASE OUTLINES

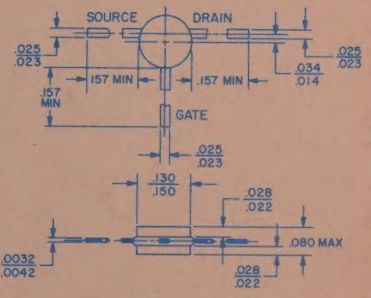
2N4416: JEDEC TO-72 (TO-18 4 Lead)
2N4417: Union Carbide CC-3

All dimensions are in inches.



2N4416

PIN CONNECTIONS
1—Source
2—Drain
3—Gate
4—Case



2N4417

PRINTED IN U.S.A.

UNION CARBIDE
ELECTRONICS

365 Middlefield Road, Mountain View, California 94040/Tel: (415) 961-3300; TWX: 910-379-6942

UNION CARBIDE
ELECTRONICS

2N4416 • 2N4417

N-CHANNEL FIELD EFFECT TRANSISTORS FOR VHF/UHF AMPLIFIER APPLICATIONS

Silicon planar epitaxial construction • high transconductance
low capacitance • low noise • specified for 400 MHz operation

MAXIMUM RATINGS
@ 25°C (UNLESS OTHERWISE NOTED)

	SYM.	2N4416 TO-72 PACKAGE	2N4417 CC-3 PACKAGE	Units
Drain to Gate Voltage	V_{DG}	30	30	V
Drain to Source Voltage	V_{DS}	30	30	V
Source to Gate Voltage	V_{SG}	30	30	V
Gate Current	I_G	10	10	mA
Total Device Dissipation	P_D	300	175	mW
at or Below Ambient Temperature	T_A	25	25	°C
Linear Derating Factor		1.7	1.0	mW/°C
Total Device Dissipation	P_D	450	350	mW
at or Below Case Temperature	T_C	125	25	°C
Linear Derating Factor		6.0	2.0	mW/°C
Storage Temperature	T_S	−65 to +200	−65 to +200	°C
Lead Temperature for 10 Seconds		+300	+300	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS
@ 25°C (UNLESS OTHERWISE NOTED)

	SYM.	2N4416 min.	2N4416 max.	2N4417 min.	2N4417 max.	Units	CONDITIONS
Gate Breakdown Voltage	$V_{(BR)\ GSS}$	−30		−30		V	$I_G = -1\ \mu A$, $V_{DS} = 0$
Total Gate Leakage Current	I_{GSS}		−100		−100	pA	$V_{GS} = -20$ V, $V_{DS} = 0$
Total Gate Leakage Current (150°C)	I_{GSS}		−100		−100	nA	$V_{GS} = -20$ V, $V_{DS} = 0$, $T_A = +150°C$
Drain Saturation Current*	I_{DSS}	5.0	15	5.0	15	mA	$V_{DS} = 15$ V, $V_{GS} = 0$
Pinchoff Voltage	$V_{GS\ (off)}$		−6.0		−6.0	V	$V_{DS} = 15$ V, $I_D = 1.0$ nA
Forward Transadmittance*	$\lvert y_{fs} \rvert$	4500	7500	4500	7500	μmhos	$V_{DS} = 15$ V, $V_{GS} = 0$, f = 1 kHz
Output Admittance	$\lvert y_{os} \rvert$		50		50	μmhos	$V_{DS} = 15$ V, $V_{GS} = 0$, f = 1 kHz
Small-Signal, Common-Source, Short-Circuit, Reverse Transfer Capacitance	C_{rss}		0.8		0.8	pF	$V_{DS} = 15$ V, $V_{GS} = 0$, f = 1 MHz
Small-Signal, Common-Source, Short-Circuit Input Capacitance	C_{iss}		4.0		3.5	pF	$V_{DS} = 15$ V, $V_{GS} = 0$, f = 1 MHz
Small-Signal, Common-Source, Short-Circuit Output Capacitance	C_{oss}		2.0		1.3	pF	$V_{DS} = 15$ V, $V_{GS} = 0$, f = 1 MHz
Small-Signal, Common-Source, Short-Circuit Input Conductance	RE (y_{is})		1000		1000	μmhos	$V_{DS} = 15$ V, $V_{GS} = 0$, f = 400 MHz
Small-Signal, Common-Source, Short-Circuit Input Susceptance	IM (y_{is})		10,000		10,000	μmhos	$V_{DS} = 15$ V, $V_{GS} = 0$, f = 400 MHz
Small-Signal, Common-Source, Short-Circuit Input Conductance	RE (y_{is})		100		100	μmhos	$V_{DS} = 15$ V, $V_{GS} = 0$, f = 100 MHz
Small-Signal, Common-Source, Short-Circuit Input Susceptance	IM (y_{is})		2500		2500	μmhos	$V_{DS} = 15$ V, $V_{GS} = 0$, f = 100 MHz
Small-Signal, Common-Source, Short-Circuit Output Conductance	RE (y_{os})		100		100	μmhos	$V_{DS} = 15$ V, $V_{GS} = 0$, f = 400 MHz

* Pulsed Measurement Required. PW ≈ 300 μsec, Duty Cycle ≤1.0%.

www.manualsplus.com
1003712